

# Análise do Emprego de Materiais Compósitos Magnéticos Macios na Construção de Dispositivos Eletromagnéticos

José Carlos Krause de Verney, Marília Amaral da Silveira, João Carlos Verneti dos Santos  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais e Processos Sustentáveis, Universidade Luterana do Brasil – Unidade Canoas

## Introdução

Este trabalho apresenta os resultados da análise do emprego de materiais compósitos magnéticos macios (*soft magnetic composite* - SMC) na construção de núcleos de dispositivos eletromagnéticos. São materiais produzidos por compactação de pó de ferro misturado nas devidas proporções a um material dielétrico, que confere isolamento elétrica aos grãos de ferro. Os SMC's são materiais adequados para a construção de núcleos de dispositivos eletromagnéticos submetidos a campos magnéticos variáveis, pois reduzem as perdas magnéticas.

## Objetivo

A proposta deste trabalho é analisar o emprego dos compósitos magnéticos macios na construção de núcleos de material ferromagnético, com o objetivo de reduzir as perdas magnéticas.

## Metodologia

-Em uma etapa anterior, foram produzidas e caracterizadas magneticamente amostras de SMC com diferentes teores de dielétrico (baquelita), nas frações de 1%, 3% e 5%, e compactadas com pressões de 400 MPa e 600 MPa, resultando em seis tipos diferentes de materiais. A tabela 1 apresenta as principais propriedades das amostras, e a figura 1, curvas de magnetização de dois tipos de SMC.

-A utilização de SMC's na construção de núcleos de dispositivos eletromagnéticos foi avaliada por meio da análise numérica de protótipos de motores elétricos lineares.

-A análise foi realizada através do programa FEMM 4.2. Em cada simulação foi empregado um dos seis tipos de SMC na construção dos núcleos dos dispositivos projetados. Os resultados das simulações com SMC's foram comparados com resultados obtidos da análise dos mesmos protótipos projetados com núcleo de aço-silício laminado M36.

Tabela 1- Principais características dos SMC's produzidos.

Material	Teor (%)	Pressão (MPa)	Permeabilidade Relativa	Resistividade ( $\Omega m$ )
SMC 1	1	400	168	0,0048
SMC 2	3	400	151	0,0121
SMC 3	5	400	88	0,0346
SMC 4	1	600	223	0,0044
SMC 5	3	600	148	0,0106
SMC 6	5	600	121	0,0145

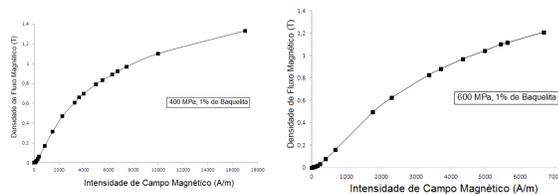


Figura 1 – Curvas de magnetização de duas amostras de SMC compactadas a 400 MPa (a) e 600 MPa (b).

## Resultados

A tabela 2 mostra os principais resultados das simulações de um motor linear de indução trifásico, percorrido por uma corrente de fase de 2,0 A em 60Hz, cujo núcleo do primário possui 119x66x119 mm<sup>3</sup>. A figura 2(a) mostra uma vista frontal do motor em estudo e a figura 2(b) o mapeamento do fluxo magnético resultante da simulação do comportamento do motor quando o material utilizado no núcleo do primário é o SMC2 .

Tabela 2- Valores de força de tração e das perdas magnéticas em um motor linear de indução trifásico, obtidos nas simulações.

Material	Perda de Potência no Núcleo do Primário (W)	Força de Tração (N)
Aço Silício M36	0,07160	7,7
SMC 1	0,00110	5,7
SMC 2	0,00107	5,5
SMC 3	0,00086	4,6
SMC 4	0,00938	5,9
SMC 5	0,00351	5,6
SMC 6	0,00238	5,1

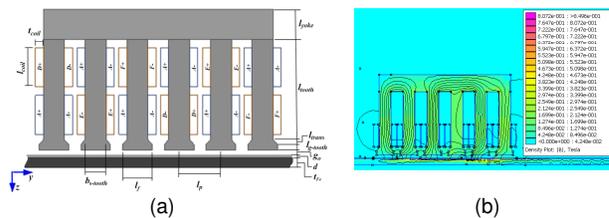


Figura 2 - (a) vista frontal do motor em estudo e (b) mapeamento do fluxo magnético no motor com núcleo do primário composto de SMC2 .

## Conclusões

As simulações do motor linear com núcleo do primário composto de SMC's mostraram que a força de tração (força que produz o movimento do motor) resultou sempre inferior àquela produzida com núcleo de aço silício M36, aqui tomado como referência, apresentando uma diferença percentual de 40,26% para o SMC3 e de 23,37% para o SMC4. No entanto, as perdas de potência no núcleo foram significativamente menores nos SMC's em relação ao aço silício M36, sendo que o SMC3 apresenta uma diferença de 98,8%, e o SMC4, uma diferença de 87,3%.

## Referências

- TREVISO, FELIPE; SILVEIRA, MARILIA; FLORES FILHO, ALY; DORRELL, DAVID. Theoretical and Experimental Analysis of an Induction Planar Actuator with Different Secondaries-A Planar Driver Application for Metallic Surface Inspection. Sensors (Basel), v. 16, p. 407, 2016.
- CAMPOS, LEONARDO; WALDMANN, H. M.; BIELUCZYK, D. M. W.; DE VERNEY, JOSE C. K.; DA SILVEIRA, M.A.; DOS SANTOS, JOÃO C. VERNETTI. Caracterização das Propriedades Magnéticas de Materiais Compósitos Magnéticos Macios. Revista de Iniciação Científica da ULBRA, v. 12, p. 231-242, 2014.
- HOGANÁS AB. Compostos Magnéticos Macios (Soft Magnetic Composites - SMC). Disponível em <http://www.hoganas.com/pt-br/Countries/Brasil/O-Grupo/A-Tecnologia-do-Po-/Componentes/Compostos-Magnéticos-Macios-Soft-Magnetic-Composites---SMC-/>. Acesso em: 29 dez. 2011.

marilia.amaral@ulbra.br